

氏名 (本籍)	瀬尾 香 (愛媛県)
学位の種類	博士 (被服環境学)
学位記番号	博甲第 53 号
学位授与年月日	平成 29 年 9 月 20 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 文化学園大学学位規程第 5 条第 1 項該当
論文題目	フレアースカートの局所的自重変形とこれに及ぼす布地の力学特性の影響 —重回帰分析を用いて—
論文審査委員	(主査) 教授 小柴 朋子 教授 米山 雄二 准教授 柚本 玲 名誉教授 田村 照子

論文内容の要旨

近年、アパレル分野では企画の早期化や、生産サイクルの加速化を迫られるようになった。アパレル設計・生産の現場では、トワル（シーチングを使用して型出ししたモデル）と実物製作とのギャップや、同一パターンで布地だけを替えてアイテムを作成することによる弊害が生じている。布地を替えればシルエット形状も異なってくることから、パタンナーは布地ごとにパターンの修正を余儀なくされる。現状パタンナーはそれを自分の経験的裁量だけで修正しており、その作業は非効率的である。もし、布地の力学特性から衣服の変形の予測が可能になれば、それが衣服設計の効率化に繋がるのではないか。また、異なる布地を使用した際においても、トワルの衣服形状を保持しながら、出来映えイメージを崩すことなく再現可能とする為には、素材特性と変形との関係に関する知見が求められる。特に、素材によって形状が大きく異なり、変形が顕著に表れるフレアースカートについては、シルエットと物理特性との関係を調査した研究は多数報告されているものの、局所変形、即ち、変形量を部位別に捉えた研究は見当たらない。以上の観点から、本研究では、組成・構造の異なる 14 種の布地を用いてフレアースカートを実物製作し、各部位の重力・直交方向の変形を、円形捺印法を用いて計測した。部位計測の際はボディに装着させ、恒温恒湿室内に放置中は、ウエスト部分をハンガーで固定した状態で垂下させた。これをフレアースカートの自重変形と捉え、局所的自重変形の特質と変形に及ぼす布地の力学特性の影響を、重回帰分析法を用いて検討した。

第 1 章「序論」では、本研究の社会的背景や先行研究を精査し、本研究の目的、意義について記述した。

第 2 章「バーチャル（三次元仮想着装シミュレーション）とリアル（実物製作）との比較」

では、新型アパレル三次元 CAD の表面展開機能を利用して作成した立体パターンと、文化式上半身原型及びスカート原型の作図法で作成した平面パターンとを比較検証した。また、同じ方法で実験用フレアースカートのパターンを作成し、三次元仮想着装システムを用いてシミュレーションを実行。シミュレーションしたスカートと実物製作したスカートとを比較検討した。結果、立体パターンと平面パターンとの比較においては、出来上がり寸法を同じにしても、フィット性には両者で差が認められ、バーチャルボディから表面展開した立体パターンの方が意図したシルエットにより近く、フィット性が高かった。Hitoto 及び Pattern Magic II 3D におけるシミュレーションと実物製作との比較については、いずれもシルエット及びノード数、ノードの高さなど、実物製作との間に解離が認められた。3D fit view については、柄の表現は非常にリアルで実物と殆ど変わらなかったが、ブロードとサテックレープの布地の違いやシルエット及びノード数、ノードの高さなどは、こちらも、実物製作との間に解離が認められた。以上、新型アパレル CAD の可能性については、バーチャル化されたボディを表面展開する機能については有用性があるが、三次元仮想着装シミュレーションにおいては、再現性に問題があることが示された。

第 3 章「4 種の布地を用いたフレアースカートの局所的自重変形」では、シーチング、ブロード、サテックレープ、キュブラ 4 種の布地を用いて、スカート丈 80 cm のロングフレアースカートを製作し、2 週間下垂放置後のスカート各段、各列の交点 40 点における自重変形を計測した。計測には円形捺印法を用い、直径 20 mm 円の内部線たて・よこ・斜めの計測値をもとに、楕円式を用いて、重力方向及び直交方向の変化率を推定し、これを検討対象とした。

部位別変化率について、重力方向では伸長、直交方向では収縮することが示された。布地・段・列を要因とする三元配置分散分析の結果は、布地では、サテックレープ>キュブラ>シーチング≒ブロード、段別では、2 段目>3 段目>1 段目>4 段目、列別では、中心から脇に近づく程、有意に大なる変形を示した。

フレアースカートの脇線の振れは、右バイアスと左バイアスの局所変形の差によると考えられた。2 段目と 3 段目の局所変形は、布地の力学特性、特に曲げ、せん断と高い相関 ($p < 0.01$) を示した。

第 4 章「試料布の物理特性」では、14 種の試料布の構造特性、力学特性、ドレープ性などについて測定・検討した。また、それらの測定値、即ち、布地の諸元と力学特性値をもとに、主成分分析を行い各試料の特徴を抽出した。対象としては、繊維組成と組織の異なる 14 種の試料布を選定し、各試料の織組織、厚さ、平面重、糸密度、糸の撚り方向、交錯点など、試料の構造特性の測定および、KES-FB 風合い計測システムを用いた試料布の基本的力学特性、即ち、引張り特性、せん断特性、曲げ特性、表面特性の 4 項目の計測を行った。ドレープ性については、ドレープテスターを用いて、各試料のドレープ係数及び面積を測定し、横断面の裾線形状と合わせて検討した。これらの測定値をもとに、厚さ、糸密度、平面重、交錯点、引張り伸び率 ENT (経・緯)、せん断剛性 G (経・緯)、曲げ剛性 B (経・緯)、平均摩擦係数 MIU (経・緯)、12 項目について主成分分析を試みたところ、第一主成分は布地の剛軟度や厚さの度合い、第二主成分は布地の伸長度合いと摩擦抵抗の大きさ、第三主成分は交錯点を説明すると考えられた。14 種の試料布は、5 つのグループに分かれ、広範囲に渡る

試料布が選定されていることが確認された。

第5章「14種の布地を用いたフレアースカートの局所的自重変形と力学特性との関係」では、異なる14種の布地で製作された同一パターンのフレアースカートを対象に、各40点の局所的自重変形を円形捺印法によって計測し、スカート各部位の変形の特徴が分析された。また、局所変形に及ぼす布地の力学特性の影響が検討された。部位別変化率について、布地・段・列を要因とする三元配置の分散分析を行った結果、いずれの要因も危険率1%以下の有意差を示し、多重比較の結果、布地別ではシルクサテン、羽二重などの変形が大、ブロード、シーチング、デニムなどの変形が小、段別では2段目>3段目≒1段目>4段目の順に、列別では左右脇線>左右中間線>中心線の順に変形が大であった。次に、部位別変化率を目的変数、KES値を中心とする項目を説明変数とする重回帰分析を行った結果、1段目の重力方向ではすべての列で経方向の引張り伸び率が抽出され、直交方向では影響する要因が混在した。変形が大であった2段目と3段目の左右脇線では、2要因以上が変形に影響を及ぼしているが、各段共通に、また重力・直交方向ともに、せん断剛性の影響が大きいことが示された。左右中間線では、重力方向で経緯方向の曲げ剛性、直交方向では経方向のせん断剛性の影響が大であった。4段目については、変化は僅少であるが、糸密度が抽出された。スカート上の各計測点を類似な特性を示す10の区分に分類し、それぞれの局所変形を推定する重回帰式を求めることができた。最後に、複合特性であるドレープ係数を説明変数に加えて分析を試みたところ、力学特性値のみを説明変数として分析した場合よりも寄与率は若干下がるものの、2段目、3段目で、第一説明変数として抽出された。ドレープテスターによる評価法の有効性が示されれば、ドレープ係数を説明変数として加えた分析も有効であると考えられた。左右脇線の局所変形は、右バイアスと左バイアスで差が見られ、これがフレアースカート脇線で観察される振れの原因であることが示唆された。

第6章「研究の総括」では、各章で得られた結果をまとめ、将来的展望について述べた。

以上、本研究では異なる14種の布地で製作されたフレアースカートの局所的自重変形を円形捺印法により計測し、変形に及ぼす布地の力学特性の影響を重回帰分析により検討した。布地、段、列の各要因が有意差を示し、スカートの部位によって、自重変形に及ぼす布地の力学特性の影響が異なることが明らかにされた。すなわち、フレアースカートの局所的自重変形を布地の力学特性から予測することの可能性が示された。これらの結果は、パターン設計・修正に有用であり、シミュレーションにも応用・展開できると考える。今後は、重回帰式の精度の確認を、新たな布地で検証する必要がある。また、それをパターン設計に活かす為には、布地別のパターン修正法などの検討やフレアースカート以外のアイテムでの検証も課題である。

論文審査結果の要旨

本論文は、「フレアースカートの局所的自重変形とこれに及ぼす布地の力学的特性の影響—重回帰分析を用いて—」と題するもので、全6章から構成されている。

第1章「序論」では、本研究の社会的背景や先行研究が精査され、本研究の目的、意義について記述されている。すなわち、近年では、アパレル分野における企画の早期化、および生産サイクルの加速化が顕著になり、生産現場では、即時性が迫られるようになってきていること、アパレル設計・生産の現場においては、素材が異なるとトワル（シーチングを使用して型出したモデル）と実物製作との間にギャップが生じ、そのため同一パターンで布地を替えてアイテムを作成することが必要となり時間がかかることが指摘されている。

パタンナーは布地ごとにパターンの修正を余儀なくされるが、現状では自分の経験的裁量だけで修正しており、その作業は非効率的で、布地の力学特性から衣服の変形の予測を行うことが可能になれば衣服設計の効率化に繋がり、異なる布地を使用した際にもトワルの衣服形状を保持しながら、出来映えイメージを崩すことなく再現可能となること、そのためには、素材特性と変形との関係に関する知見が求められること、などが具体的に指摘されている。研究対象として、特にフレアースカートをとり上げた理由については、素材による形状差が大きく、変形が顕著に表れるアイテムである点が挙げられ、明らかにされている。

第2章「バーチャル（三次元仮想着装シミュレーション）とリアル（実物製作）との比較」では、新型アパレル三次元CADの表面展開機能を利用して作成した立体パターンと、文化式上半身原型及びスカート原型の作図法で作成した平面パターンとの比較検証が述べられている。さらに、実験用フレアースカートのパターンが作成され、三次元仮想着装システムを用いたシミュレーションにより得られたスカートパターンによるスカートと実物製作したスカートとが比較されている。結果、出来上がり寸法を同一としても、立体パターンと平面パターンのフィット性には両者間に差が認められること、バーチャルボディから表面展開した立体パターンの方が意図したシルエットにより近くフィット性が高いことが明らかにされた。新型アパレルCADは、バーチャル化されたボディを表面展開する機能については有用であるものの、三次元仮想着装シミュレーションは再現性に問題があることが指摘されている。

第3章「4種の布地を用いたフレアースカートの局所的自重変形」では、シーチング・ブロード・サテックレープ・キュプラの4種の布地を用いて製作したスカート丈80cmのロングフレアースカートの2週間下垂放置後の円形捺印法による自重変形の計測が行われ、重力方向では伸長、直交方向では収縮すること、布地・段・列を要因とする三元配置分散分析の結果については、布地ではサテックレープ>キュプラ>シーチング≒ブロード、段別では2段目>3段目>1段目>4段目、列別では中心から脇に近づく程有意に大きく変形すること、フレアースカートの脇線の振れの原因として、右バイアスと左バイアスの局所変形の差が指摘されることが明らかにされている。

第4章「試料布の物理特性」では、14種の試料布の織組織・厚さ・平面重・糸密度・糸の撚り方向・交錯点など試料の構造特性と、KES-FB風合い計測システムを用いた試料布の基本的力学特性である引張り特性・せん断特性・曲げ特性・表面特性の4項目、およびドレープテスターによるドレープ係数及び面積と断面の裾線形状の計測結果が述べられている。また12項目について主成分分析が試みられ、第一主成分は、布地の剛軟度や厚さの度合い、

第二主成分は布地の伸長度合いと摩擦抵抗の大きさ、第三主成分は交錯点を説明するものと分析されている。14種の試料布は、5つのグループに分類でき、広範囲に渡る試料布が選定されたことが確認されている。

第5章「14種の布地を用いたフレアースカートの局所的自重変形と力学特性との関係」では、第3章の異なる14種の布地で製作された同一パターンのフレアースカートの各40点の局所的自重変形が円形捺印法によって計測され、局所変形に及ぼす布地の力学特性の影響が検討されている。部位別変化率について、布地・段・列を要因とする三元配置の分散分析と、多重比較の結果が示され、さらにKES値を中心とする項目を説明変数とした重回帰分析の結果、スカート上の各計測点における自重変形は類似な特性を示す10の区分に分類され、それぞれの局所変形を推定する重回帰式が得られたことが示されている。ドレープ係数を説明変数に加えた結果、寄与率は若干下がるものの、2段目・3段目では第一説明変数として抽出されたこと、今後、ドレープテスターによる評価法を加えた場合にフレアースカートの変形予測として有効となることが指摘されている。

第6章「研究の総括」では、各章で得られた結果がまとめられ、将来的展望について述べられている。

これを要するに、アパレルの生産現場での自動化の流れの中で、パターンナーがサンプル検討段階において旧態依然な試行錯誤的な作業手順を行っている現状に対し、この非効率な工程を改善することを目的とし、市販製品から抽出された組成・構造の異なる14種の布地を用いて製作されたフレアースカートについて、局所的自重変形を研究対象として、円形捺印法を変形量の測定に用い、その精密な微小変形計測の結果、重回帰分析により布地、段、列に及ぼす素材物性要因が有意差をもって示された。スカートの自重変形に及ぼす布地の力学特性の影響が部位によって異なることは、過去に指摘されることのなかった点であり、本論文の最も重要な成果といえ、そこに先進的・独創的価値が認められる。その成果は、フレアースカートの局所的自重変形を布地の力学特性から予測することの可能性を示したものであり、現在その開発が急がれている素材特性を入力要因としたパターン形状シミュレーションソフト開発分野にも応用・展開でき、各シミュレーションソフトの開発者が待ち望んでいた情報といえる。テキスタイルの力学的特性研究が被服構成学分野、特にパターンメイキングシミュレーション開発に具体的に生かされることを示したものであり、服装機能学分野における素材とパターンとの有機的な関係性がもたらす動作適合性と着心地との関係を追求する領域にとって画期的な融合領域の研究である。今後は、さらに多くの別の布地を用いて重回帰式の精度の確認を検証する必要があるが、布地別のパターン修正法などの検討やフレアースカート以外のアイテムでの検証も課題であるが、果敢に多様な布地の物性値をアパレルシミュレーションソフトによる再現性に活かすこの試みは、極めて貴重であり、精緻な手法を用いた本研究成果は、実証的見地から見て、十分な創造性が見られ、被服環境学上貢献するところが大きい。よって、本論文は、博士（被服環境学）の学位論文として十分価値あるものと認められる。